

중학생의 전류에 대한 학습전 개념과 관계 현상 관찰후의 설명

김영민·박윤희·박승재
(서울대학교 사범대학 물리교육과)

1. 서론

전기는 물리학 기본 영역의 일부로서 국민학교 '자연, 과목으로부터 대학의 '일반물리' 과목에 이르기까지 모든 단계에서 반복적으로 가르쳐진다.

한국 학생들의 경우 국민학교 3학년에서 전지와 전구의 연결, 전지의 직렬 연결과 병렬 연결, 전구의 내부구조 등에 대하여, 4학년에서는 전구의 직렬 연결과 병렬 연결, 전기 회로를 기호를 써서 나타내는 방법에 대하여, 그리고 6학년에서 전기 에너지에 대하여 배운다. 중학교에 진학하면 학생들은 2학년에서 전기회로뿐만 아니라 전하와 전류, 전압과 전기 저항, 전류에 의한 자기장 전류가 자기장 속에서 받는 힘 등을 배우게 된다(문교부, 1981). 이렇게 전기에 관련된 내용을 여러 단계에서 학습하는 한국 학생들이 전류에 대해 어떤 개념을 형성하고 있으며, 그 유형은 어떤 것들이지를 조사하는 것은 의미있는 일이다.

본 연구에서는 한국의 학생들이 중학교에 진학하여 전기 내용을 학습하기 전에 전기에 대해 어떤 개념을 가지고 있으며, 그에 관한 현상을 제시하였을

때 어떻게 받아들이며, 또 실제 관찰한 뒤에 그들은 그 현상을 어떻게 설명하는지를 조사하였다.

II. 선행연구 및 이론적배경

학생들은 종종 전류의 흐름에 대해 잘못된 생각을 가질 뿐만 아니라, 간단한 회로와 복잡한 회로의 구조에 대해 부적절한 표현을 보이고 있으며, 전류에 대해 많은 학생들이 어떤 특정한 오인을 가지고 있다는 것이 물리교육자들(Shipstone, 1984; Osborne, 1983; Tiberghien, 1983)의 연구를 통해 밝혀졌다.

중등학생들이 전류에 대해 가지고 있는 생각은 다양하다. 과학자적인 생각 외에 전류에 대해 가지는 다른 생각들을 조사한 연구들을 살펴보면 다음과 같다.

Shipstone(1984)은 전류에 대한 학생들의 생각을 몇 가지로 구분하였다. 홀극 전류 생각은 전지의 한 쪽 극만 전구에 연결해도 전류가 흐른다는 생각이며, 충돌 전류 생각은 전지의 양극과 음극으로부터 나오는 전류가 서로 충돌하여 전구에 붙어 켜진다는 생각을 의미하고, 분배 전류 생각은 같은 양의 전류가 여러 전구에 분배된다는 생각이고, 일방적 비보

존 생각은 전류가 한쪽 방향으로만 순차적으로 흘러 이미 지나온 방향으로서는 저항변화의 영향을 받지 않고 가면서 점점 줄어든다는 생각이라고 분류하여 설명하였다.

또 Light(1987)는 중등학생들이 가지는 전기에 관한 주된 오인의 영역을 다음과 같이 네 영역으로 확인하였다.

- 1) 전구와 저항에서 전류가 소모된다고 생각한다.
- 2) 전지는 항상 일정한 전류를 주며(또는 때때로 전류를 생산하며), 회로를 구성하는 소자들과 무관하다고 생각한다.
- 3) 직렬 연결과 병렬 연결에서 지엽적이고 순차적인 사고 방식을 가지고 있다. 즉 회로의 모든 부분이 상호 관련되어 있고 서로 영향을 주고 받는다고 생각하지 않고, 많은 학생들이 회로 내에서의 어떤 변화는 국부적일 뿐이며, 아래로 흐르는 어떤 순서성을 가진다고 생각한다. 또 많은 학생들이 분기점에서 전류는 항상 회로 소자에 상관없이 각 가지로 똑같이 나누어진다고 생각한다.
- 4) 전압보다는 전류 개념의 사용을 더 선호하고, 두 개념 사이의 연결이 결여되어 있다.

Light 외에도 소모 전류 생각, 분배 전류 생각, 순차 전류 생각 등의 오인을 찾아낸 Osborne(1983), Tiberghien(1983), Gott(1984), Moreira(1987)의 연구 등이 있다.

이상의 연구들을 종합해 볼 때, 전류에 대해 학생들은 홀극 전류 생각, 충돌 전류 생각, 소모 전류 생각, 분배 전류 생각, 순차 전류 생각, 불변 전류 생각, 과학적 전류 생각 등을 가지고 있음을 알 수 있다.

앞의 분류에서는 Shipstone이 분류한 일방적 비보존 생각을 순차 전류 생각과 소모 전류 생각으로 나누어 분류하였으며, 위의 분류 외에도 위의 생각들과 중복되거나 포함 관계에 있는 전류 중심 생각(전압보다는 전류를 우선적으로 생각하는 것)이라든지 전지를 하나의 전류 저장체로 생각하는 공급-소비 생각 등이 있다(Aalst, 1984).

Shipstone(1984)은 자신이 분류한 개념 모형에 속하는 학생들을 연령별로 그 소유 경향을 조사하였는바, 중학교 1학년 또는 2학년에 해당하는 13세 아동의 경우, 조사 대상 학생 45명 중에서 과학적 생각을 가진 학생은 13%정도이며, 일방적 비보존 생각을 가

진 학생이 55%에 이르고, 분배전류 생각을 소유한 학생은 약 8%, 그리고 충돌전류 생각을 소유한 학생은 약 30%에 이르는 것으로 나타났다. 이 중 일방적 비보존 생각은 본 연구에서 분류한 순차 전류 생각과 소모 전류 생각이 혼합되어 나타난 것을 의미한다.

한국에서도 미소하긴 하지만 중학생의 개념 조사(박효기, 1987), 전기 개념 파악을 위한 도구 개발(Kim, et. al, 1988), 대학생의 전기 오인(권재술, 안수영, 1989; 김영민, 박승재, 1990)등의 전류 개념에 관한 연구가 있다.

박효기(1987)는 선택 후 설명식 도구를 개발하여, 중학생들을 대상으로 전기 개념을 조사한 후 학생들이 다음과 같이 생각을 가지고 있음을 발견하였다.

- 1) 전하량은 전선이나 전구에서 소모된다.
- 2) 전류의 방향은 +극, -극 양쪽에서 출발하여 전구쪽으로 흘러가는 방향이다.
- 3) 전구의 밝기는 +극으로부터 거리가 짧을수록 밝고, 멀수록 어둡다.
- 4) 전구를 직렬로 연결한 경우가 병렬로 연결한 경우보다 밝다.
- 5) 전구의 밝기는 전구의 연결 방식과 무관하며 연결된 전지의 수에만 관계한다.
- 5) 전지를 병렬 연결한 경우가 전지가 빨리 소모된다.
- 6) 전기 소모 속도는 전선의 길이나 복잡성, 전구의 수에 연관이 있으나 전지 연결 방식에는 무관하다.

Kim, et. al.(1988)은 중학생, 고등학생, 대학생들 대상으로 전류 개념을 조사할 수 있는 2단계 선택형 검사 도구, 선택 후 설명식 도구, 주관식 설명 검사 도구, 개념도 검사 도구등 4종류의 검사 도구를 개발하여 제시하였다.

권재술·안수영(1989)은 고등학교에서 물리 I·II를 이수한 자연계열 대학생 1학년을 대상으로 예상-관찰-설명식의 도구를 사용하여 학생들의 전기 개념을 조사한 후, 다음과 같이 결론지었다. 첫째, 대학생들도 전류에 관해서 다양한 그릇된 모형을 소유하고 있음이 확인되었다. 확인된 오인의 유형으로는 단일극 모형, 충돌 모형, 소모성 모형, 분배 모형, 순차적 흐름 모형, 일정 전류 모형이 비교적 많이 나타나는 오인의 유형으로 확인되었다. 둘째, 관찰 사실이 자신의 예상과 다른 경우에 생각을 바꾸는 경

우와 바꾸지 않는 경우가 모두 확인되었으며 일반적인 결론을 내리기는 어려웠다. 일정 전류 모형은 관찰에 의해 대부분 소모성 모형으로 전환되었으며, 순차적 흐름 모형은 일정 전류 모형보다 지속성이 강하기는 하지만 변화가 나타나고 있다. 소모성 모형은 매우 특이한 특성을 보였다. 관찰 전에 소모성 모형을 가지고 있던 학생이 관찰 후에 다른 모형으로 바꾼 경우는 매우 드물었으며, 바꾼 경우는 다른 오인 유형으로 전환된 것이 아니라 모두 과학자 모형으로의 전환이었다. 따라서 소모성 모형은 가장 지속적인 오인 유형이라고 볼 수 있다. 충돌모형은 매우 약하게 나타났으나 관찰에 의해 변하지 않았다. 분배 모형은 매우 중요한 오인 유형으로서 많은 연구에서 지적되었으나 본 연구에서는 거의 나타나지 않았다.

김영민, 박승재(1990)는 예상-관찰-설명식의 도구를 사용하여 대학생들이 전류에 대해 어떤 개념들을 가지며, 관련 현상을 어떻게 지각하고, 예상과 지각이 다를 때 어떻게 설명하는지를 조사하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 한국의 대학생들은 전류에 대해 순차 전류 생각, 홀극 전류 생각, 일정 전류 생각 등을 가지고 있으며, 가장 많은 학생들이 가지고 있는 개념 유형은 순차 전류 생각이다.

(2) 관련 현상이 실제 시범으로 제시되었을 때, 학생들은 교사가 기대되는 바대로 그 현상을 지각하지 않고 많은 학생들이 자신의 기존 생각과의 상호 작용을 거쳐 지각한다.

(3) 관련 현상을 보고 그것이 자신의 예상과 다를 때 자신의 생각을 바꾸는 경우가 있으나, 다른 유형의 오개념으로 바뀌어 설명하는 경우도 많다.

본 연구는 김영민, 박승재(1990)의 연구와 같은 목적과 도구를 가지고 대상만을 중학생으로 바꾸어 조사하였다.

Ⅲ. 연구 과제와 방법

본 연구에서의 첫번째 과제는 중학생들이 가지고 있는 전류에 대한 생각은 몇가지 유형으로 분류할 수가 있는데 그 보편적인 유형이 한국의 중학생들에게서는 어떻게 나타나는지를 조사하는 것이었다.

둘째는, 실제 전기회로 시범을 통한 전기현상을

제시하였을 때, 학생들은 이를 어떻게 지각하며, 관찰 후에 학생들은 관찰한 결과를 어떻게 설명하는가, 특히 관찰이 예상과 다를 때 어떤 설명을 보이는가를 조사하였다.

본 연구의 조사 대상은 서울의 B 중학교 2학년 학생 20명으로 이들은 학급에서 임의로 표집되었으며, 2학년에서 전기 단원을 아직 학습하지 않는 남학생들이다. 그리고 이들은 성적이나 IQ 등에 무관하게 표집되었다.

학생들의 전류에 대한 개념을 조사하기 위해 투입한 도구는 예상-관찰-설명(P.O.E)식의 도구로, 이것은 1988년 12월에 물리교육 서울 국제 워크샵에서 개발한 것(S.N.U., 1988)이다.

Ⅳ. 조사결과의 분석

조사 결과를 분석하는데 있어서는 학생들이 전류에 대해서 어떤 유형의 개념을 가지고 있는지를 밝히기 위해 문항별로 학생들의 응답에서 나타나는 개념의 유형을 조사하고 A-F까지의 결과를 종합하였다. 그리고 각 문항별로 예상 후에 현상을 관찰한 다음, 관찰 후의 설명들을 종합하여 학생들의 설명에 어떠한 변화가 있는지를 분석하였다.

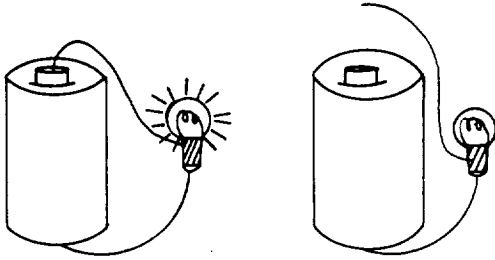
1. 현상의 관찰 전 개념 유형

학생들로 하여금 여러 종류의 전기 회로에 관련된 시범을 보여 그 현상을 실제로 관찰하기 전에 전구의 불의 밝기가 어떻게 될 것인지를 예상하게 하였다. 문항별로 학생들이 응답한 내용을 분석한 결과는 다음과 같다.

A. 문항 응답 분석

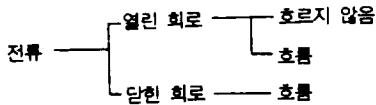
단한 회로의 경우 전지에 전류가 흐를 것인지를 예상하게 하였더니 조사대상 20명 모두가 전지에 전류가 흐른다고 응답하였다.

열린 회로의 경우에 대해서는 20명 중 14명이 전지에 전류가 흐르지 않는다고 응답하였다. 단한 회로의 경우 특히 전구에 빛이 나는 것을 보고는 모든 학생이 전지에 전류가 흐른다는 사실에 의심을 갖지 않지만, 열린 회로의 경우에는 6명의 학생이 전지에 '전류가 흐른다'고 응답하고 3명의 학생이 그 이유를



<그림 1> 닫힌 회로와 열린 회로

“전선을 붙여 보면 전류가 흐르는지 알 수 있다”든지, “불이 꺼졌어도 전지에는 전류가 흐른다”고 답변하였다. 다른 3명의 학생은 이유 설명이 없어 어떤 생각을 가졌는지 파악할 수 없었다.

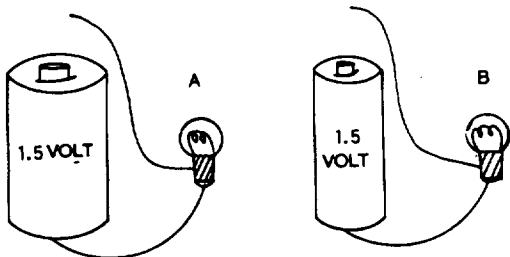


<표 1> 닫힌 회로와 열린 회로에 대한 학생 생각

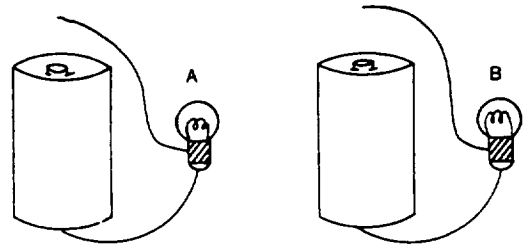
닫힌 회로에서 전류가 흐른다고 응답한 학생은 20명 전원이었는데, 이들의 이유 설명은 “두 극이 전선으로 이어졌기 때문” 정도로 단순한 것이어서 그 속에 포함되어 있는 생각의 유형들을 분류하기는 어려웠다.

B. 문항 응답 분석

크기가 다른 1.5V 전지 두 개에 각각 같은 전구를 연결하여 불을 켜었을 때의 불의 밝기를 예상하게 한 질문에서는 한 학생을 제외한 전체 학생이 불의 밝기가 같을 것으로 예상하였으며, 한 학생만이 B가 더 밝을 것으로 예상하였는데 이 학생은 그 까닭을 “큰 전지는 크기 때문에 그 속에서 전지 약이 나오는 시간이 느리기 때문”이라고 설명하였다. 이 학생의 답변으로부터 이 학생은 전지를 전류 저장체로 생각하고 있음을 알 수 있다. 이러한 생각은 외국의 연구 결과에서도 찾아볼 수 없는 것이었다.



<그림 2> 전지 크기와 불의 밝기



<그림 3> 전구 저항 크기와 불의 밝기

C. 문항 응답 분석

이 문항에서는 저항이 다른 두 전구를 같은 전압의 전지에 각각 연결하였을 때, 불의 밝기가 어떠한 것인지를 예상하도록 하였다.

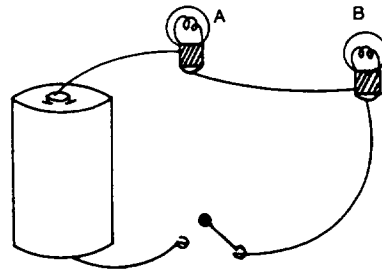
학생들의 응답에서는 20명중 한 학생만이 전구의 불의 밝기가 같을 것으로 예상하였으며, 19명의 학생은 밝기가 다를 것으로 예상하였다. 전구가 다르더라도 불의 밝기가 같다고 응답한 이 학생은 불변 전류 생각을 가지고 있다고 해석할 수 있다.

지금까지 A-C 문항에 응답한 내용들을 분석한 것으로부터는 많은 정보를 얻어내지 못했다. 그것은 A-C 문항들은 이미 국민학교에서 많이 학습한 단순한 것들이기 때문이라고 생각된다.

D. 문항 응답 분석

이 문항은 동일 전구 두 개를 직렬로 연결하였을 때, 두 전구의 밝기에 대해 학생들이 어떤 생각을 가지는가를 조사하려는 것이다.

본 조사에서는 전지 또는 +극에 가까운 A 전구가 더 밝다고 생각하는 개념을 가진 학생이 20명 중 3명이 있었으며, 이 중 한 명은 A가 더 밝은 이유로 “전류는 +에서 -로 간다. 그러므로 A에서 충분한 양을 전류를 쓰고 나머지가 B로 간다”라고 답변하



<그림 4> 직렬연결한 두 전구의 밝기

여 소모 전류 생각을 가지고 있음을 보였다. 3명 외에 다른 17명은 특별히 전류에 대한 오개념을 가지고 있다는 증거를 찾아낼 수 없었다. 단지 이들의 답변에서 학생들은 전류를 전기의 힘, 전류량 등으로 표현한 학생이 각각 2명, 1명이 있었다. 그리고 전류의 세기가 일정하다는 것을 “예를 들어 발전소에서 전류를 보낼때 가까운 집이라고 해서 빛의 세기가 크지 않기 때문에”로 설명한 것을 볼 수 있는데 이것으로 이 학생은 생활과 전류를 관련시키려 했던 것으로 보인다.

이 문항을 통해 알 수 있는 전류에 관한 학생들의 개념은 다음과 같다.

전류 — 저항이 일정할 때 — { 전류 일정 - A 밝기 = B 밝기
 과학적 생각
 전류 소모 - A 밝기 > B 밝기
 소모 전류 생각

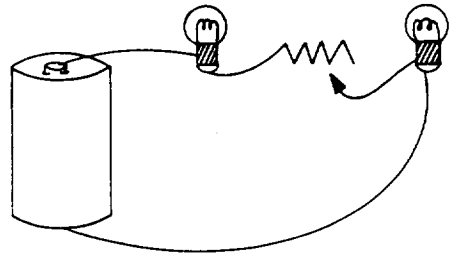
<표 2> 저항이 일정할 때 전류개념

많은 연구에 의하면 학생들은 ‘+극에 가까운 전구가 더 밝다’고 생각하는 소모 전류 생각 또는 순차 전류 생각을 가진 경우가 많은 것으로 조사되었다 (Shipstone, 1984; Danusso & Dupre, 1987; 권재술, 안수영, 1989; 김영민, 박승재, 1990). Heller (1987)는 초, 중학교의 교사들도 상당수가 소모 전류 생각이나 순차 전류 생각을 가지고 있음을 발견하였다고 보고하였다.

E 문항 응답 분석

이 문항에서는 D 문항의 회로의 두 전구 A, B 사이에 가변 저항을 더 연결하고 저항을 증가시킬 때 두 전구의 밝기가 어떻게 되겠는지를 예상하게 하였다. 지금까지의 조사에 의하면 많은 학생들이 저항을 지나는 전류 또는 전자만이 영향을 받고 저항을 지나기 전의 전류 또는 전자는 영향을 받지 않는다는 생각(이 생각을 분석해 보면 소모 전류 생각 또는 순차 전류 생각을 찾을 수 있다)을 가지고 있는 것으로 조사되었다.

본 조사에 의하면 20명 중의 8명이 순차 전류 생각을 가진 것으로 나타났는데 이 중 6명은 전류의 방향을 +극에서 -극으로 생각하여 전류가 저항을 지나기 전인 A 전구는 변화가 없고, 저항을 지난 B 전구는 어두워진다고 응답했으며, 2명은 전류의 방향을 -극에서 +극으로 생각했기 때문에 A 전구가 어두워지고 B 전구는 그대로 있다고 응답하였다. 그런데



<그림 5> 가변저항과 두 전구의 밝기

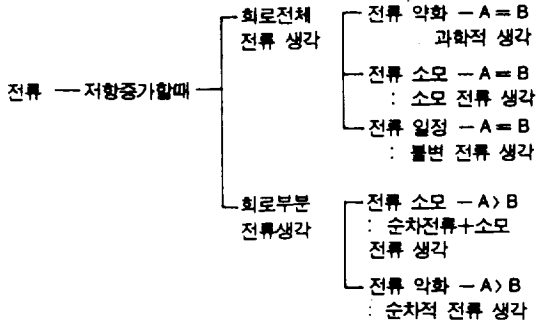
이 순차 전류 생각을 가진 8명의 학생 중 5명의 학생이 소모 전류 생각을 함께 가진 것으로 해석되었다. 그것은 이 학생들이 그 답을 선택한 이유에서 “B는 저항으로 전기의 양이 적어져서 더 약해진다”, “저항이 전류를 밖으로 방출하기 때문”, “저항에서 전지의 약을 다 방출하기 때문”등을 분석해 보면 소모 전류 생각을 함께 가진 것을 알 수 있다.

20명 중 4명의 학생은 저항을 보통의 도선과 같이 생각하고 있었다. 즉, 이들은 저항이 A 전구든 B 전구든 영향을 주지 않는다고 생각했는데, 이것은 “같은 양의 전류가 흐르기 때문”, “A 전구는 변화가 없고 B 전구도 저항과는 상관이 없다” 등의 답변에서 분석될 수 있다. 이러한 그들의 응답으로부터 이 학생들은 불변 전류 생각을 가지고 있다고 해석할 수 있다.

A 전구와 B 전구가 모두 어두워진다고 응답한 학생은 20명 중 4명에 불과했다. 그러나, 그 중에서도 2명만이 과학적 생각을 소유하고 있었으며, 다른 2명은 소모 전류 생각을 가지고 있었다. 그것은 “니크롬선에 의하여 전류의 양이 감소”, “코일을 지날 때 전류의 양이 줄어들므로” 등의 이유 설명으로 알 수 있다. 과학적 생각을 가진 학생들은 “저항이 전류를 약하게 하기 때문에”, “코일(저항)을 흐르는 도중에 전류가 약해진다”등으로 설명하고 있다.

이 질문에 응답한 학생들의 설명을 분석해 볼 때, 학생들은 저항이 증가할 때의 전류에 대해 <표3>과 같은 유형의 생각을 가지고 있다고 볼 수 있다.

이상 E 문항에 대해 분석한 바와 같이 이 문항을 통해서 상당히 다양한 종류의 전류에 대한 학생들의 생각을 파악할 수 있었다. D 문항에서는 학생들이 이 학생들이 전구를 저항으로 생각하는 경우는 거의 없었다. 그러므로 문항 E는 수업전 중학생들에게는 D 문항과 전혀 다른 것으로 생각될 수도 있다. 이것



<표 3> 저항증가시의 전류에 대한 생각

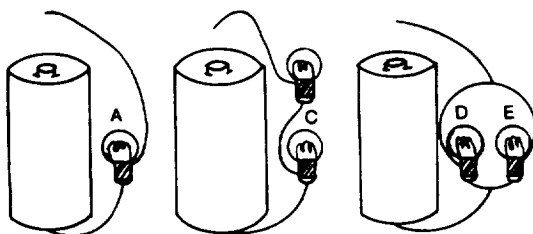
은 대학생에게도 이러한 두 유형의 문항을 제시하여 그들의 생각을 조사해 보았을 때도 같은 결과가 나타났다(김영민, 박승재, 1990)

F 문항응답분석

이 문항은 전구를 직렬과 병렬 등 여러 가지로 연결해 놓고 전구들의 밝기를 비교하는 것이다. 이 비교는 국민학교 4학년에서 이미 학습한 내용에 속하는 것들이다.

본 조사에서는 조사 대상 20명 중 2명만이 $A = D = E > B = C$ 순으로 바르게 예상했으며, 나머지 학생 중에서 15명이 전지에 전구 한 개만을 연결한 A 전구가 가장 밝다고 응답하였다. 즉, 이들은 병렬이든 직렬이든 전구를 여러 개 연결할수록 전구의 밝기가 어두어진다고 생각하고 있다. 이들은 전류 분배 생각을 가진 것으로 해석할 수 있다. 5명의 학생이 사실의 관찰 전에는 $A = B = C > D = E$ 순이라고 응답했고, 6명의 학생이 $A > B = C > D = E$ 순이라고 예상했으며, 4명의 학생이 $A > D = E > B = C$ 로 예상하였다.

지금까지의 분석에서 볼 때, 전류에 대해 과학적인 생각을 가진 학생은 2명에 불과하며, 열린 회로에



<그림 6> 전구의 여러가지 연결과 불의 밝기

서도 회로에 전류가 흐른다고 생각하는 홀극 전류 생각을 가진 학생이 3명이 있었으며, 전압이 같더라도 전지 크기가 다르면 전지의 밝기는 다르다고 생각하는 전지 크기 의존 생각을 가진 학생이 1명이 있었으며, 전구의 저항이 다르더라도 같은 전지에 연결하면 전구 밝기가 같을 것으로 생각한다든지, 저항을 증가시켜도 전류에 영향을 주지 않는다고 생각하는 불변 전류 생각을 가진 학생도 4명이 있는 것으로 확인되었다. 또 전류가 회로의 어떤 소자에서 소모된다고 생각하는 소모 전류 생각을 가진 학생이 7명이 있었고, 저항의 변화가 회로 전체의 전류에 영향을 미치지 않고 한쪽 방향으로만 영향을 미친다고 생각하는 순차 전류 생각을 가진 학생이 8명이 확인되었으며, 이 8명 중에는 전류 소모 생각을 함께 가진 학생 5명이 포함되어 있었다.

2. 현상의 관찰과 관찰 후 설명

어떤 현상을 관찰할 때 같은 현상에 대해서 학생들은 모두 같게 지각하는지, 그리고 그 현상을 실제 관찰후에 자신의 예상과 관련시켜 어떻게 설명하는지를 조사한 결과는 다음과 같다.

B 문항을 제시했을 때, B 전구가 더 밝을 것으로 예상했던 학생도 밝기가 같은 것으로 관찰하고, “전지의 크기가 다르더라도 같은 1.5볼트면 다 밝기가 같다는 것을 알았다”고 설명하였다.

C 문항의 경우, 전구가 다르더라도 불의 밝기는 변함이 없을 것으로 예상한 학생이 1명 있었는데, 이 학생은 현상을 관찰할 때에도 불의 밝기가 같은 것으로 지각하였으며, 실제 관찰 후에도 자신의 생각을 유지하였다. 이것은 전기 학습에 있어 어떤 현상을 직접 교사가 제시하거나 학생이 실험하여 관련되는 현상을 관찰할 때 학생들은 교사가 의도대로 또는 그러리라고 전제하는데로 관찰하지 않음을 보여준다. 즉, 학생들은 자신의 예상에 따라 어떤 현상을 비교하고, 판단하기도 한다는 것을 보여준다.

D 문항에서는 ‘전지에 또는 +극에 가까운 전구가 더 밝다’고 생각하는 오개념을 가진 3명의 학생 중 2명의 학생은 실제 회로에서의 현상을 관찰한 후에도 자신의 생각을 바꾸지 않았다. 이들은 밝기가 같은 두 전구의 밝기를 밝기가 다른 것으로 지각하였다. 이들은 자신의 생각에 의존하여 밝기를 지각하였음

을 보여준다. 나머지 한 명은 처음 예상에서 A가 더 밝을 것으로 예상하고 그 이유로 “전류는 +에서 -로 간다. 그러므로 A에서 충분한 양의 전류를 쓰고 나머지가 B로 간다”라고 답변하여 소모 전류 생각을 가지고 있음을 보였으나, 실제 관찰 후에는 “내가 잘못 생각한 것 같다. 비등한 전류가 흐르는 것이다.”라고 응답하여 자신의 생각을 곧 수정하였으며, 관찰에 있어서도 밝기가 같은 것으로 바르게 지각하였다. 그러나, 이것으로 이 학생의 개념이 변화했다고 단정하기는 어려울 것이다.

E 문항에서 실제 관찰 후의 학생 응답을 보면, 예상을 틀리게 했던 15명의 학생 중 4명의 학생이 자신의 예상을 관찰 후에도 유지했으며, 11명의 학생이 관찰 후에 자신의 설명을 바꾸었다. 그러나 관찰 후에 설명을 바꾼 학생 중에서 관찰을 바르게 한 학생은 9명이 있었지만 바르게 설명을 바꾼 학생은 한 명도 없었다. 그 중 한 학생의 응답을 보면 다음과 같다. “저항이 클수록 전기의 양이 적어진다는 것을 알았다. 나는 저항 후에만 전기의 양이 적어진다는 것을 알았는데 저항 전후 모두 전기의 양이 감소한다는 것을 알았다.” 관찰후의 이 학생의 응답을 보면 순차 전류 생각은 없앤 것으로 보이나, 소모 전류 생각은 여전히 소유하고 있다는 것을 알 수 있다. 이와 같이 관찰한 후 설명을 바꾸는 경우는 대부분 순차적으로 전구들이 어두워지는 것이 아니라는 것을 관찰한 후에 설명을 바꾸게 되는데, 그것이 관찰 후 일시적인 지 지속성이 있는지는 얼마간의 시간이 흐른 후에 다시 조사한 다음 분석되어야 할 문제이며, 이것은 전기에 대한 수업에 있어 좋은 시사점을 줄 것으로 기대된다. 그리고 관찰 후 설명을 바꾼다고 하더라도 순차 전류 생각만 가지고 있던 학생 2명중 1명은 자신의 생각을 그대로 유지했으며, 1명은 소모 전류 생각을 가진 것으로 바뀌어 설명하고 있다. 그것은 사실을 관찰한 후에 “저항이 커지면 그 저항을 통과하는 동안 전류가 그만큼 손실되기 때문에 어느 극에서 흐르든지간에 상관없이 두 전구가 모두 어두어진다”라는 답변으로부터 알 수 있다. 그리고 순차 전류 생각과 소모 전류 생각을 동시에 소유하고 있던 학생 5명 중 4명은 소모 전류 생각만을 가진 것으로 설명을 바꾸었는데, 순차 전류 생각에 대해서는 갈등을 야기시킨 것 같다. 순차 전류에 대해서는 언급을 하지 않았다. 나머지 한 명은 두 전구의 밝기가

저항이 증가해도 변화가 없는 것으로 관찰했다고 응답했다.

두 전구의 밝기가 변화가 없을 것으로 예상했던, 즉 불변 전류 생각을 가진 것으로 해석되었던 4명의 학생 중 3명의 학생은 자신의 생각을 관찰한 후에도 그대로 유지했으며 1명만이 두 전구 모두, 어두워지는 것으로 관찰하였지만 그에 대한 설명은 하지 않았다.

F 문항에서는 $A > D = E > B = C$ 로 예상한 4명 중 2명은 사실을 바르게 관찰하고 “전구를 병렬로 연결하면 직렬로 연결한 전구 하나와 같은 양의 빛을 낸다”라고 설명했음을 볼 때 처음의 예상이 심사숙고하지 않은 즉흥적인 판단이었거나 평소에는 예상에 썼던 것과 같은 생각을 가지고 있는데 현상의 관찰 후 학습한 내용이 상기되었던 것으로 해석된다. 4명 중 2명은 자신의 예상을 관찰한 후에도 계속 유지했다. $A > B = C > D = E$ 로 예상했던 5명중 3명은 사실을 바르게 관찰한 후 그 설명을 앞서와 같이 옳게 하였으나, 2명은 $A > B = C > D = E$ 로 관찰하였다. $A > B = C > D = E$ 로 예상했던 학생 6명은 1명만이 관찰 후 직렬 연결과 병렬 연결의 차이를 생각해냈고, 2명은 $A > D = E > B = C$ 로 관찰하고 직렬 병렬의 차이라고 설명하였으나, 다른 3명은 관찰 후에도 자신의 설명을 바꾸지 않았다. 이 생각은 변화시키기가 어려워서 실제 불의 밝기를 관찰한 다음에도 5명이 자신의 잘못된 생각을 유지했다. 실제 관찰을 마친 후에 자신의 설명을 바르게 고친 학생은 4명 뿐이며, 6명의 학생이 $A > D = E > B = C$ 로 관찰함으로써 이들은 여전히 전지 한 개에 전구 한 개를 연결한 그 전구가 병렬 연결한 전구들보다 밝다고 생각하고 있음을 알 수 있다.

V. 결론 및 논의

중학생들이 가진 전류에 대한 오개념의 유형으로는 소모 전류 생각, 순차 전류 생각, 홀극 전류 생각, 불변 전류 생각, 분배 전류 생각 등이 있다. 특히 소모 전류 생각과 순차 전류 생각은 가장 많이 나타나는 오개념 유형들이며, 일부의 학생들이 이 두 생각을 동시에 소유하고 있는 것으로 분석되었다.

전류에 관한 어떤 현상을 제시하였을 때 일부의 학생들은 그 현상을 교사가 기대하는 대로 관찰하지

않음을 볼 수 있다. 예를 들면, 교사는 전지에 직결 연결한 두 전구의 밝기가 같은 경우를 제시하지만 학생들은 ‘+극에 가까운 전구가 더 밝다’는 강한 생각을 가지고 있을 때 그 생각에 의존하여 +극에 가까운 전구가 더 밝은 것으로 지각하기도 한다.

중학생들이 전류에 관해 예상한 다음, 관련된 현상을 관찰한 후에 어떻게 설명을 바꾸는가에 대하여, 조사한 바 관찰 전에 소모 전류 생각을 가지고 있던 학생이 관찰 후에 다른 생각으로 설명을 바꾼 경우는 매우 드물었던 반면, 순차 전류 생각에 대한 설명을 바꾼 학생은 많았다. 그러나 바꾼 생각도 과학적인 생각으로의 설명이 아니라 다른 오개념 유형의 설명으로 바뀌는 경우가 많았다.

현상의 관찰을 수업 활동의 하나로 볼 때, 이 관찰 후에 많은 학생들이 자신의 설명을 고친 것을 보였다. 그러나, 이것만으로 이들이 쉽게 자신들의 생각을 고쳤다고 생각하는 것은 성급하다고 본다. 오인에 대한 많은 연구들이 수업 후 상당기간이 지난 후, 학생들의 수업 직후의 생각의 변화가 다시 수업 전의 생각으로 되돌아감을 보였기 때문이다. 같은 상황의 조사를 같은 학생들을 대상으로 상당기간이 지난 후에 실시해 보는 것도 큰 의미를 지닐 것으로 생각된다.

본 연구에서 다룬 내용은 문항 E의 저항에 관련된 내용을 제외하고는 이미 국민학교 교육과정에서 모두 다루었던 내용이다. 특히 문항 F의 내용은 국민학교 4학년에서 몇 번이고 강조된 내용에 속한다. 그럼에도 불구하고 중학생들이 상당히 많은 오개념을 소유하고 있음이 확인되었다.

학생들은 전류, 전압, 저항 등의 용어를 사용하나 그 개념이 확실하지 않고 정확하지 않기 때문에 상황에 따라 다양하게 변형된 개념을 사용하기도 한다. 예를 들면, 전류를 전지의 약이라고 사용하는 것 등이다. 전류를 전지의 약이라고 사용하는 것은 Duit(1985)의 연구에서 일부 학생들이 전기 회로에서 전기 기구에 일종의 연료가 공급되는 것으로 생각하는 것과 비슷한 상황으로 해석할 수 있다.

이와같이 학생들이 오인을 갖게 되는 원인으로 일상 생활에서 쓰는 용어, 중학교 과학 교재 등이 일부 관계된다고 볼 수 있지만 과학 외의 교과서나 교재 등의 인쇄자료와 과학 공작등의 특별활동 등에서도 그 원인을 찾아보아야 할 것이다. 예를 들면, 중학교

2학년 중반에 학습하는 기술 교과서 내용(문교부, 1988)에는 이미 저항 개념 뿐만 아니라 전압개념이 등장하며, 전하를 정(+전하와 부(-)전하로 설명하고 있다. 이 기술교과와 함께 과학교과를 배운 학생들이 전하를 양전하, 음전하, 정전하, 부전하가 있다고 생각할 가능성을 배제할 수 없다고 생각한다. 이는 과학과 관련된 교과들의 내용 분석을 통하여 연계성의 정립과 함께, 사용되는 용어의 통일을 기할 필요가 있음을 시사해 준다.

참 고 문 헌

권재술, 안수영(1989) 대학생의 물리 개념 오인에 관한 연구, 물리교육 7(1) 26-41, 한국물리학회

김영민, 박승재(1990), 대학 입학생의 전류에 대한 개념과 관련 현상의 수용 형태 조사, 물리교육 8(1), 한국물리학회

박효기(1987), 중학생들의 전기에 대한 개념조사, 서울대학교 대학원 석사학위논문

문교부(1981), 초, 중, 고 교육과정

문교부(1988), 중학교 기술2년

Aalst, H. V.(1984), The differentiation between connections in series and in parallel from cognitive mapping: implications for teaching, Duit, et al(eds)Aspects of understanding electricity, 115-128.

Danusso, L & Dupre, F (1987), Student representations of simple electric circuits. In: Novak, J (ed), Proceedings of the 2nd Int. seminar-misc. onceptions and educational strategies in science and mathematics, vol.3 111-115

Duit, R.(1984), Student's representations of topological structure of the simple electric circuit before and after instruction, Duit, et. al. (eds). Aspects of understanding electricity, 83-94

Gott, R(1984), Predicting and explaining the operation of simple DC circuits Duit, et, al (eds), Aspects of understanding electricity, 63-72

Heller, P. (1987), Use of core propositions in solving current electricity problems. In: Novak, J. (ed). Proceedings of the 2nd Int. seminar-misc. onceptions and educational strategies in sci-

- ence and mathematics, vol. 3. 225-235
- Kim, Y. M., Chang, B. G., and Park, J.W(1988) A study plan for learning process of key concepts related to electricity, Seoul National University(ed): Proceedings of Workshop on research for students' conceptual structures and changes in learning physics. 120-136.
- Light, P.(1987), A strategy to deal with conceptual and reasoning Problems in introductory electricity education, Novak, J(ed): Proceedings of the 2nd Int. seminar-misconceptions and educational strategies in science and mathematics, vol. 3. 275-284.
- Moreira, M.A (1987), Concept mapping as a possible strategy to detect and to deal with misconceptions in physics. In: Novak, J(ed): Proceedings of the 2nd Int. seminar-misconceptions and educational strategies in science and mathematics, vol. 3, 352-360
- Osborne, R (1983). Towards modifying children's ideas about electric current, *Research in Science & Technological Education* 1(1) 73-82
- Shipstone, D. M(1984). On children's use of conceptual models in reasoning about current electricity, Duit, el. al(eds). *Aspects of understanding electricity*, 73-82
- S.N.U (1988). Proceeding of Workshop on research for students' conceptual structures and changes in learning physics, Seoul National University
- Tiberghien, A (1984), Critical review on the research aimed at elucidating the sense that the notions of electric circuits have for students aged 8 to 20, *Research on Physics Education: Proceeding of the first international workshop*, La Londe les Maures, 109-123

ABSTRACT

Middle school students' conceptions related to electric current and their explanation after observation of related phenomena before school instruction

Young-min Kim, Youn-hee park, and Sung-Jae Pak
(Department of Physics Education, Seoul National University)

The purposes of this study are to investigate Korean middle school students' conceptions related to electric current, and to analyze their changes in explanations about current after their observations of the related phenomena

The subjects of the study were 20 students from one middle school in Seoul

The conclusions of the study are as follows:

1. Korean middle school students have various misconceptions such as current consumption model, sequential model, monopole model, non-various current model, the most students have sequential model
2. When an evidence is introduced, some students do not perceive the phenomena as the teacher attempts.
3. When an evidence was introduced, after observation of the evidence some of the students who had misconceptions changed their explanations, which were not always correct explanations, and the others did not change their explanations, which their observations were mostly incorrect.